

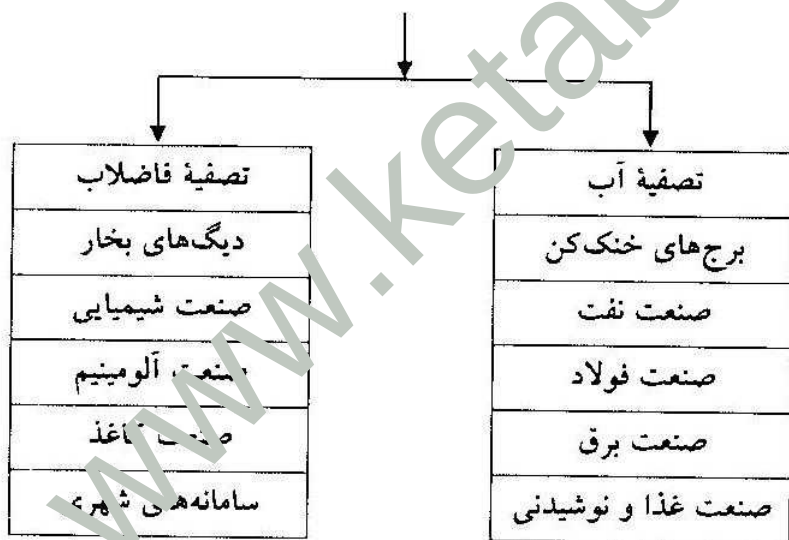
۱۳۹۳۹۹

مجموعه دوجلدی

راهنمای

کاربرد آب در صنعت

جلد ۱



ویراست سوم

مؤلف: دانیل ج. فلین (شرکت نالکو)

مترجم: مهندس محمدرضا نفوی

اهمیت کاربرد آب در صنعت، کشاورزی و اهداف آشامیدنی روزبه‌روز روبه‌فزونی است. این امر بخصوص در کشورهایی که با کمبود برف و باران مواجه‌اند بیشتر محسوس است. آب مصرفی معمولاً از منابع رودخانه‌ها، منابع زیرزمینی، دریاچه‌ها و دریاها تأمین می‌گردد لکن تهیه آب از دریا، با هزینه‌بر است، اگرچه برخی از کشورها ملزم به استفاده از آن هستند.

با توجه به کمبود آب باید بیشتر توجه‌ها در واحدهای صنعتی به‌طرف استفاده بهینه آن و نیز امر مهم بازیافت آب معطوف گردد، کمااینکه اخیراً در ایران نیز صاحبان صنایع به‌دلیل کمبود آب و نیز گرانی حامل‌های انرژی، بازیافت فاضلاب را در دستور کار خویش قرار می‌دهند.

با عنایت به افزایش گازهای گلخانه‌ای و آب‌شدن یخ‌ها در مناطق قطبی پیش‌بینی می‌شود که چنانچه به‌طور جهانی در این زمینه اقدامات عاجلی به‌عمل نیاید، احتمال دارد تبعات سیلاب‌های ناشی از بارندگی‌های شدید، شکست حادی را به برخی از جوامع بشری تحمیل گردد و می‌طلبد که با بهره‌گیری از خرد جمعی در این زمینه اقدامات پیشگیرانه به‌عمل آید.

در کشورهایی که با کمبود برف و باران مواجه‌اند بایستی برداشت و مصرف آب در تمامی سطوح مدیریت شود و دانش اطلاعات عمومی از طریق رسانه‌های جمعی ارتقاء یابد تا دستیابی به این هدف میسر شود.

کتاب حاضر که در ۴۱ فصل در زمینه آب، فاضلاب و بعضاً به‌رنگی است به‌همت جناب آقای مهندس نفی از پیشکسوتان «شرکت ملی صنایع پتروشیمی» و «انجمن خوردگی ایران» ترجمه گردیده، حاوی اطلاعات جامعی در زمینه تصفیه آب‌های صنعتی و تصفیه فاضلاب، بهسازی شیمیایی آب در سامانه دیگ‌های بخار و برج‌های خنک‌کن است که کاربرد آب را در اکثر صنایع مورد بحث قرار می‌دهد، لذا جا دارد از این پیشکسوت فعال «انجمن خوردگی ایران» که انتشار ۳۱ جلد کتاب فنی / کاربردی را در پرونده کارهای انتشاراتی خویش دارند، تقدیر و تشکر نموده و برای ایشان سلامتی و طول عمر مسئلت نمایم، ضمن اینکه مطالعه این کتاب را به تمامی کارشناسان صنعت و دانشجویان رشته‌های مهندسی، محیط زیست، صنایع و... توصیه می‌کنم.

جابر نشاطی

رئیس انجمن خوردگی ایران

پیشگفتار مترجم

اهمیت آب برای مصارف آشامیدنی، صنعتی و کشاورزی بر کسی پوشیده نیست. از کل آب موجود در کره زمین حدود ۹۷٪ آن به صورت آب‌های شور و دریاها و ۳٪ باقی‌مانده به صورت آب شیرین است که از این مقدار ۲٪ آن به صورت صفحه‌های یخی و یخچال‌های طبیعی و نه به صورت یخ در قطب‌هاست و تنها ۱٪ از کل آب‌های موجود در جهان به صورت آب شیرین است. بخش اعظم آب شیرین صرف کشاورزی و بخشی از آن برای مصارف صنعتی صرف می‌شود. تنها مقدار اندکی از آب برای اهداف آشامیدن به کار می‌رود. تعدادی از بیابان‌ها از طریق آب منتقل می‌شوند لذا بایستی به مسئله بهداشت محیط و تصفیه آب‌ها توجه ویژه‌ای مبذول گردد و این امر جز با تصفیه و گندزدایی آن مقدور نمی‌باشد. مسئله کمبود آب بخصوص در کشورهای خاورمیانه و آفریقا، مدیریت مصرف آب و توجه به بازیافت فاضلاب‌ها را در خیر کار کشورهای مذکور به طور جدی مطرح ساخته است. امروز به تصفیه فاضلاب از دو بُعد ضوابط بهداشتی و آلاینده جهت تمسک به اهداف زیست محیطی و نیز بازیافت آن توجه می‌شود. در کارخانه‌های صنعتی آب بازیافتی برای امور باغبانی و نیز در برج‌های خنک‌کن به کار می‌رود. در اصل از تصفیه فاضلاب‌های شهری نیز برای اهداف باغبانی / آبیاری قابل استفاده است. شاید امروز کمتر صنعتی را بتوان یافت که نیاز به آب نداشته باشد. آب به طور عمده در صنایع نفت، فولاد، قند، آلومینیم، برق، شیمیایی، کاغذ، و غذا و رسیدن و... مصرف می‌گردد. آنچه که اهمیت این امر را زیاد می‌کند، مصرف بهینه آن در صنعت و کشاورزی است. در عمل با عنایت به مطالعات و امکان‌سنجی باید سعی شود، بخصوص در کشورهایی که با کمبود نزولات آسمانی مواجه‌اند، از روش‌هایی استفاده شود که نیاز به کمترین مقدار آب داشته باشد، امری که باید به طور جدی در برنامه دولت و صاحبان صنایع قرار گیرد. با عنایت به اهمیت مسئله، در بیش از ۱۰ فصل از کتاب حاضر به طور مجزا به مصرف آب در صنایع مختلف اختصاص یافته، ویژگی‌ای که مانند آن را در کمتر کتابی می‌توان یافت. با توجه به این ویژگی‌ها، کتاب حاضر برای اکثر شاخه‌های مهندسی و آزمایشگاه‌ها، محیط زیست و صنایع قابل استفاده است، لذا مطالعه کتاب حاضر که از غنای اطلاعاتی بالایی در

ارتباط با کاربرد در صنعت برخوردار است؛ به تمامی کارشناسان در صنعت و نیز دانشجویان رشته‌های مهندسی، علوم صنایع و محیط زیست مورد توصیه است.

بهسازی شیمیایی آب برج‌های خنک‌کن و نیز دیگ‌های بخار با توجه به نقشی که در امر مهم تولید در واحدهای صنعتی دارند به تفصیل مورد بررسی قرار می‌گیرد که به تبع آن خیلی از کارشناسان می‌توانند به خیلی از سوالات خویش دست یابند.

در این کتاب سعی گردیده از واژه‌های برگزیده فرهنگستان زبان و ادب فارسی استفاده شود که این امر می‌تواند یک خدمت فرهنگی در نشر زبان فارسی تلقی گردد. از جناب آقای مهندس امیری مدیر عامل محترم پتروشیمی بندر امام به دلیل حمایت به عمل آمده تقدیر می‌نمایم.

از جناب آقای دکتر جابر ناطقی رئیس محترم «انجمن خوردگی ایران» جهت انتشار این کتاب از طریق انتشارات «انجمن خوردگی ایران» تشکر می‌کنم. از جناب آقای دکتر ناصر گیهچی «خاطر بازخوانی کتاب به نمایندگی از طرف «انجمن خوردگی ایران» سپاسگزارم.

از آنجا که مطالب این کتاب در عمل به نفع بسیاری از شاخه‌های صنعت مربوط می‌گردد، به‌رغم مساعی به عمل آمده، احتمالاً مطالب آن عاری از اشکال نخواهد بود؛ لذا از تمامی خوانندگان درخواست می‌شود که نقطه‌نظرهای اصلاحی خویش را به «رجم گوشزد فرمایند تا در چاپ‌های بعدی این کتاب مطمح نظر قرار گیرد.

با تشکر

محمدرضا نفی

عضر «انجمن خوردگی ایران»

فروردین ماه سال ۱۳۹۵

مقدمه مؤلف

از زمان آخرین روز آمدسازی این کتاب، تغییرات زیادی در تصفیه و نگهداری آب به عمل آمده است. هنگامی که به نیازهای تصفیه آب امروز و آتی می‌نگریم، آشکار می‌گردد که قسمت زیادی از کتاب باید بازنویسی شود. با آن ذهنیت، می‌توان به روشی که در محتوای در گذشته موجود بوده و سپس اصلاحاتی به عمل آمده، را ارزیابی نمود.

ارائه کتاب مورد بازسازی واقع شده، به طوری که خیلی شبیه یک فرایند تصفیه آب جریان یابد. بخش شیمی آب، یک بحث وسیعی در مورد ملاحظه مشخصات آب، ناخالصی‌های در تصفیه آب و دسترس پذیری، اصول آن خواهد بود. بخش کاربرد کتاب در تصفیه آب به ترتیب از زمان ورود به واحد درمانی که به محیط تخلیه می‌گردد؛ ادامه می‌یابد. محتوای هر گروه زیر بخش با مطلب موضوع مربوطی که زدایش ناخالصی‌ها را در جریان و سامانه‌های خنک کن مربوط نموده و سپس شرح می‌شود. بخش انرژی در سامانه‌های آب شامل نگرش وسیع تری در راستای نه درست بخار بلکه همچنین آب خنک کن و فاضلاب را دربرمی‌گیرد. این بخش ذخیره انرژی را مورد بحث قرار می‌دهد. ما از این تمرکز مختلف در هر یک از این فصل‌ها را برای کمک به مدیریت انرژی ورودی شما خروجی در این سامانه‌ها را ارائه می‌دهیم. بخش صنعت کتاب، نگرش نیروی تازه‌ای به چگونگی کاربرد آب در راستای خیلی از صنایع مختلف را ارائه داده و نقشی را که آب در تولید اقلام مصرفی، نفت، سوخت‌های مصنوعی، فلزات، کاغذ و برق، به عنوان موارد محدودی که می‌توان از آن بهره‌برداری می‌کند. در حالی که این فصل‌ها کاربرد آب را در هر صنعت بحث می‌کند، ملاحظه خواهد شد که از یک صنعت به صنعت دیگر نیازها و الزامات به طور وسیعی با هم تفاوت دارند در اساسی کاربردهای خاص، خود؛ در فصل‌های قبلی را پوشش می‌دهد.

ما آزادانه از جدول‌ها، ترسیم، عکس‌ها و نقشه‌های خطی برای کمک به محل بحث برای رضامندی استفاده نموده‌ایم. عمده نمودارها در این ویراست، جدید هستند. با تغییراتی که در محتوا و ارائه اعمال شده، بایستی این کتاب را در یک گستره وسیع کاربردهایی مانند کارورهای واحد، ادارات مهندسی، مدیریت فرایند، گروه‌های تعمیراتی و مدیران تولید را به عنوان چند نمونه دربرمی‌گیرد؛ را بایستی ارزشمند تلقی نمود.

فهرست مطالب

فهرست مطالب جلد ۱

فصل ۱

مقدمه

منابع آب

تنش آب زیرزمینی

تنش آب سطحی

تأثیر آب و هوا

کاربرد آب

کشاورزی

آشامیدنی

صنعتی

نمک زدایی

چالش آب آبی

فصل ۲

توسعه پایدار

توسعه پایدار چیست؟

تعاریف

تأثیر تصفیه آب و فرایند

آب دیگ بخار

آب خنک کن

تمرکز روی عملکرد کل سامانه

مدیریت عملکرد زیست محیطی

ارزیابی چرخه عمر

ارزیابی فرصت

نتایج

بخش (۱) اصول شیمی آب

فصل ۳

منابع آب

آب سطحی- رودخانه ها

آب سطحی- دریاچه ها

آب زیرزمینی

عوامل طبیعی مؤثر روی کیفیت آب

تأثیر عوامل طبیعی

کیفیت آب

تغییرات فصلی ای که کیفیت آب و کاربرد آن را تحت تأثیر قرار می دهد.

تأثیر سدها روی رودخانه ها

رودخانه ها کجا به اقیانوس می پیوندند.

آلودگی

دسترس پذیری آب آبی.

فصل ۴

شیمی آب

اتم ها، یون ها، ترکیبات

اتم ها و مولکول ها

پیوند ترکیبات

مولکول آب

حل پذیری در آب

پیوند هیدروژنی

سایر خواص آب

اصول شیمی آب

ناخالصی های آب

آبکاف ها

سری های محرکه الکتریکی

سامانه های کلوئیدی

حل پذیری گازها در آب

ترکیبات آلی و حل پذیری در آب

ثابت های حاصل ضرب حل پذیری

تعادل

واکنشگرهای جامد

عوامل همताقت کننده

کاربرد شیمی آب

سختی و آنالیز آب

روابط قلیانیت و pH

نقطه نظرهای عملی حل پذیری معدنی

شاخص های پایداری CaCO_3

واکنش های اکسایش و کاهش

فصل ۵

ناخالصی های آب

مشخصات منابع آب

درجه‌های ناخالصی	.....
مواد حل شده	.....
مواد معلق	.....
اندامگان زیستی	.....
گازهای حل شده	.....
استفاده مجلد آب و بازچرخش	.....

بخش (۲-۱) کاربردها-زدایش ناخالصی

فصل ۶

زالاسازی / صافش آب خام	.....
انعقاد	.....
آلاینده‌های زدوده شده	.....
پتانسیل زئتا	.....
لخته‌سازی	.....
مواد شیمیایی انعقاد و لخته‌سازی	.....
اصطلاح پلی الکترولیت ها	.....
سیلیکای فعال	.....
کاربردهای انعقاد و لخته‌سازی	.....
زدایش رنگ	.....
طراحی واحد	.....
صافش	.....
سازوکارهای صافش	.....
صافی‌های با بستر دانه‌ای	.....
صافی با بستر دانه‌ای	.....
سامانه‌های واشویی صافی	.....
متعلقات صافی	.....
عوامل عملیاتی سرویس	.....
کیفیت آب	.....
تصفیه شیمیایی	.....
صافش مستقیم	.....

فصل ۷

تبادل یون	.....
رزین‌های تبادل یون	.....
میل ترکیبی یون	.....
ساختار دانه رزین	.....
اندازه و توزیع ذره	.....
ظرفیت رزین	.....

احیای رزین

واشویه

افزودن احیاکننده

آبکشی کند

آبکشی تند

احیای غیرهمسو

انواع رزین

کاتیون اسید قوی

کاتیون اسید ضعیف

آنیون باز قوی

آنیون باز ضعیف

پیکربندهای تجهیزات تبادل یون

نرم سازی

قلیانیت زدایی

نمک زدایی اول

نمک زدایی بستر مخروط

واحدهای بستر پر شده

فصل ۸

جدایش غشایی

ریز صافش

فراصافش

اسمز معکوس و نانو صافش

اسمز و اسمز معکوس

غشاها

طراحی سامانه

عملکرد، جمع آوری داده ها و آنالیز

علل کلی کاهش بازده

الکترو یونش

شرایط مؤثر روی عملیات EDI

بخش (۲-۲) کاربردها- تولید بخار

فصل ۹

سامانه های دیگ بخار

چگاله

اتلاف بخار و چگاله

آب جبرانی

غلظت با تبخیر

زیراب

آب خوراک

روابط ریاضی

زیراب و آب جبرانی

چرخه‌های غلظت

معادلات موازنه جرم

بهینه‌سازی موازنه آب

خواص ترمودینامیکی دیگ‌های بخار

دسته‌بندی دیگ‌های بخار

انواع دیگ‌های بخار

رتبه‌بندی دیگ‌های بخار

چرخش آب در دیگ بخار

فصل ۱۰

زدایش اکسیژن

سازوکارهای خوردگی

هوازدايي مکانیکی

یونش

فشار جزئی نسبی

دما

هم‌زدن

زدایش گاز

هوازداهاي فشاری

بخش پیش گرمی اولیه

هوازداي افشانه‌ای

هوازداهاي داراي سینی

هوازداي ذره‌سازی

ملاحظات عملیاتی هوازداهاي فشاری

گرمکن هوازدايي

تخلیه درست هوازداهاي فشاری

مخلوط نمودن چگاله و آب جبرانی

مشکلات هوازداي فشاری

هوازداهاي خلا

چگالنده‌هاي هوازدايي

مخازن آب خوراک

غشاهای انتقال گاز

کاتالیست‌های کربن فعال

کاتالیست رزین تبادل یون

مواد شیمیایی اکسیژن خوار

سدیم سولفیت

هیدرازین

کربوهیدرازید

اُریتوریت

دی اتیل هیدروکسیل آمین

متیل اتیل کئو کسیم

هیدروکینون

پایش و واپایش

پس زمینه

بازاپایش و واپایش ORP-At دما

پایش

فصل ۱۱

بهسازی آب خوار با دیگ بخار

رسوب ناشی از سختی

رسوب سیلیکا

ته نشینت های آهن

مشکل آهن

سازوکار ته نشینی آهن

منابع آهن

پلیمرها و واپایش آهن

واپایش آهن

تأثیرات رسوب دیگ بخار

برنامه های بهسازی شیمیایی داخلی

برنامه های باقی مانده فسفات

برنامه های فسفات- پلیمر

چنگاله ها و برنامه های چنگاله- پلیمر

برنامه های تماماً پلیمر

فصل ۱۲

توربین ها

وسایل مکانیکی توربین

نواحی مشکل توربین

فصل ۱۳

سامانه های چنگاله

علل خوردگی سامانه چگاله

کربن دی اکسید

اکسیژن

آمونیاک

سولفور دی اکسید و هیدروژن سولفید

آلایش فرایند و اسیدهای آلی

روش های جلوگیری از خوردگی چگاله

آمین های خنثی کننده

آمین های تشکیل دهنده فیلم

اکسیژن - راه ها، روین سازهای فلز

حداقل زمان تأخیر چگاله آلوده شده

طراحی و ترمیمات سامانه

نتایج ارزیابی

بخش (۲-۳) کاربردها - سامانه های آب خنک کن

فصل ۱۴

دینامیک های سامانه خنک کن

مفاهیم بررسی مکانیکی - عملیاتی - شیمیایی

بررسی آنالیز داده ها

انتقال گرما

تبادل گرهای گرما

محاسبات و اندازه گیری ها

تأثیرات خوردگی و ته نشین ها

انواع سامانه های آب خنک کن

سامانه های آب خنک کن یکبار گذر

سامانه های باز چرخشی بسته

سامانه های باز چرخشی باز

فصل ۱۵

ته نشینی آب خنک کن

نتایج ته نشینی

فرایند تشکیل رسوب

حل پذیری یک فرایند تعادلی است

هسته ای شدن و تشکیل رسوب

عوامل مؤثر روی تشکیل رسوب

پیش بینی تشکیل رسوب

ته نشینی جرم گرفتگی

برهم کنش های ذره معلق

فرایندهای ته‌نشینی مواد جامد معلق
ته‌نشست‌های سامانه‌های خنک‌کن

کلسیم کربنات

کلسیم سولفات

سیلیکا و سیلیکات‌ها

کلسیم فسفات

ته‌نشست‌های «روی»

کلسیم پلی‌فسفات‌ها

کلسیم فسفونات‌ها

آهر

سولفات

منگنز

فصل ۱۶

خوردگی سامانه‌های مس

خوردگی مواد در سامانه‌های خنک‌کن

فولاد کربنی

آلیاژهای مس

فولاد زنگ‌نزن

فولاد «روی‌اندودشده»

مواد غیرفلزی

فرایند خوردگی در سامانه‌های خنک‌کن

مدل پیل موضعی

واکنش‌های آنودی

واکنش‌های کاتدی

واکنش‌های ثانویه

سری‌های گالوانی و الکتروشیمیایی

نقش اکسیژن در خوردگی

قطبش و آهنگ‌های خوردگی

روبینگی و ایمنی

عوامل مؤثر روی خوردگی

شیمی آب

گازهای حل‌شده

هالوزن‌ها و سایر اکسندرها

دما

سرعت جریان

سامانه یا عوامل پیکربندی فضایی

ته‌نشست‌ها

انواع خوردگی

خوردگی یکنواخت

خوردگی حفره‌ای

خوردگی موضعی

خوردگی میکروبیولوژیکی

ترک خوردگی «خوردگی ناشی»

فصل ۱۷

بیولوژی آب‌خنک‌کن

منابع مشکلات بی‌لوریکی در سامانه‌های آب‌خنک‌کن

نتایج

ریزاندامکان یافت‌شده در سامانه‌های خنک‌کن

باکتری‌ها

جلبک‌ها

پروتوزوآ

قارچ‌ها

عوامل مؤثر روی رشد میکروبیایی

شرایط مناسب

زی‌لایه‌ها

تشکیل و رشد

مزایای زی‌لایه به میکرب‌ها

مشکلات مربوط به زی‌لایه‌ها

تعیین جمعیت باکتریایی آب‌خنک‌کن

دروشت جرم گرفتگی

فصل ۱۸

لژیونلا و لژیونلوزیس

بیماری

شیوع بیماری لژیونلوزیس

تأثیرپذیری

نوع بت Pontiac

اولین شیوع شناسایی شده

سایر شیوع

باکتری‌ها

رویداد

شرایط برای رشد و انتشار

منابع خطر

خطر بیماری

فصل ۱۹

بهداشت محیط برای واپایش لژیونلا/ راهنمای جهانی

ملاحظات مدیریت کلی

شناسایی خطر: ارزیابی خطر

پتانسیل انتشار

مواجهه هواسل

تأثیرپذیری جمعیت

مدیریت خطر: برنامه‌های واپایش

طرح واپایش برای سامانه‌های خنک‌کن

طرح واپایش برای سامانه‌های آب داغ و سرد

گزارش‌ها

سایر سامانه‌های خطر

نتایج نظارت

آموزش

نتایج

فصل ۲۰

پایش آب‌خنک‌کن

پایش ته‌نشینی

پایشگرهای ته‌نشست لوله گرم‌شده

پایشگرهای جرم‌گرفتگی میکروبیایی آفت فشار

پایش ته‌نشست در زمان واقعی

پایش خوردگی

قطعه‌های آزمون خوردگی

پایش خوردگی الکتروشیمیایی

پایش محصول خوردگی

پایش رشد بیولوژیکی

روش‌های آزمایشگاهی

روش‌های میدانی

پایش بیولوژیکی بر خط

فصل ۲۱

بهسازی و واپایش آب‌خنک‌کن

روش‌های واپایش ته‌نشست

سازوکار بازدارنده ته‌نشست

مثال‌های بازدارنده‌های ته‌نشست

روش‌های واپایش خوردگی

سازوکارهای بازدارنده خوردگی

نمونه‌های بازدارنده‌های خوردگی

روش‌های واپایش بیولوژیکی

زیست‌کش‌های اکسنده

زیست‌کش‌های غیر اکسنده

زی‌پراکنده‌سازها و زی‌شوینده‌ها

واپایش درشت جرم گرفتگی

برنامه‌های بهسازی آب خنک‌کن

برنامه‌های فلات پایدار شده

برنامه‌های تماماً آلی

برنامه‌های روی-نیکلی

برنامه‌های فسفات قلیایی

برنامه‌های مولیبدات

برنامه‌های بدون فسفر

وسایل غیر شیمیایی

بخش (۲-۳) کاربردها- فاضلاب

فصل ۲۲

تصفیه فاضلاب اولیه

زالاسازی با ته نشینی

شکل های مواد جامد در فاضلاب

پدیده ته نشینی

بار گذاری جرم

رقت میدرولیکی زالاساز

در

اصول عملیاتی زالاسازی

اندازه گیری عمق بستر لجن

واپایش جریان ورودی

بهسازی شیمیایی

نمونه زالاسازهای ته نشینی

زالاسازهای مدور

زالاسازهای مستطیلی

زالاسازهای با صفحه و لوله موازی

جداساز کششی

جداسازهای روغن / آب

زالاسازی شناوری

سامانه شناورسازی هوای حل شده

انواع سامانه های شناورسازهای هوای حل شده

عوامل عملیاتی

سامانه های فشاردهی

سلول شناورسازی

واپایش زدایش شناوری

جریان های واحد

شناورسازی هوای واداشته

فصل ۲۳

تصفیه ثانویه فاضلاب

اصول کلی روش های اصولی تصفیه ثانویه

اصول تصفیه فاضلاب بیولوژیکی

ریزاندامگان مهم

رشد باکتریایی	۱
عوامل واپایش تصفیه بیولوژیکی	۱
فرایند لجن فعال	۱
تجهیزات فرایند لجن فعال	۱
مفاهیم واپایش فرایند لجن فعال	۱
زدایش مواد مغذی در لجن فعال	۱
برکه‌های هوادهی	۱
عوامل واپایش عملیاتی مهم	۱
حوضچه‌های تثبیت	۱
دسته‌بندی حوضچه‌ها	۱
تماس دهنده‌های بیولوژیکی چرخشی	۱
صافی‌های - سنده	۱
اصول عملیات	۱
فرایند کاهش لجن	۱
سامانه‌های بی‌هوازی	۱
هضم لجن بی‌هوازی	۱
تصفیه بی‌هوازی	۱
راکتورهای زیستی عشاایی	۱
فرایند MBR	۱
محدودیت‌های MBR	۱
مواد مولد جرم گرفتگی میکروبیایی	۱

فصل ۲۴

تصفیه تکمیلی فاضلاب

گندزدایی

کلرزنی

فرایند کلرزنی در تصفیه فاضلاب

کلرزدایی

محصولات فرعی گندزدایی

زدایش مواد جامد

کاهش آمونیاک

عربان‌سازی آمونیاک

تبادل یون گزینشی

کلرزنی نقطه شکست

زدایش فسفات

تصفیه آلومینیم

تصفیه آهن

تصفیه کلسیم

زدایش مواد آلی

فصل ۲۵

زدایش فلز سنگین

پیامدهای مقررات

منابع فلزات

شیعی فلزات

قدرت یونی

تأثیرات جنگالش

زدایش فلز

عوامل عملیاتی

روش های تصفیه

روش های شیمیایی

بیش تصفیه

فصل ۲۶

استفاده درست از لجن

تغلیظ لجن

تغلیظ گرانشی

تغلیظ با شناورسازی

تغلیظ گر ظرف چرخشی

تغلیظ گرهای میز گرانشی

تغلیظ با مرکز گریز

آبگیری لجن

طبیعت لجن

پرس صافی تسمه ای

مرکز گریزی

صافی های خلأ

پرس های پیچی

پرس های صافی صفحه و قاب

بسترهای خشک کردن

فصل ۲۷

تصفیه نامیزه

نظریه نامیزه ها

دورریز روغنی

روغن دورریز

تصفیه نامیزه

تجهیزات جدایش

نامیزه‌های روغن-در-آب

نامیزه‌های آب-در-روغن

فصل ۲۸

گازشوی‌های گاز «تر»

مفاهیم جمع‌آوری ذره

نامیزه‌های ذره ریز معلق

اصول عملیات

دسته‌بندی گازشوی‌های «تر»

گازشویی جذب گاز

گازشویی‌های ذره ریز

اصول الکتروستاتیک «تر»

مشکلات سمت آب

تصفیه فاضلاب

تجهیزات کمکی

سامانه‌های گازشویی گاز برگزیده

زدایش SO_x از گاز خروجی از دودکش

بخش (۳) انرژی در سامانه‌های آب

فصل ۲۹

استفاده از انرژی در تصفیه فاضلاب

مصرف انرژی در تصفیه فاضلاب

موتورها

وسایل واپایش متغیر

هوادهی

تجهیزات هوادهی

واپایش و پایش هوادهی

تصفیه مقدماتی و اولویه فاضلاب

تصفیه ثانویه فاضلاب

فرایندهای رشد معلق

فیلم تثبیت‌شده

فرایندهای تصفیه تکمیلی فاضلاب

فصل ۳۰

انرژی در سامانه‌های خنک‌کن

تأثیر مالی پس‌زنی گرمای ناکافی

عملکرد گرمایی یا توانایی گرمایی برج خنک کن

مشکلات عملکرد برج خنک کن

پیامدهای عملکرد گرمایی سمت هوا

پیامدهای عملکرد گرمایی سمت آب

موازنه انرژی برج خنک کن

پیامدهای اعتمادپذیری

آزمون عملکرد برج خنک کن

آزمون پذیرش برج خنک کن

ممیزی عملکرد برج خنک کن

فصل ۱

انرژی در سامانه های بخار

اصول انرژی برای سامانه های بخار

آنتالپی

کیفیت بخار

بازده دیگر بخار

تعاریف

بازده ورودی یا روش مستقیم

اتلاف گرما یا روش غیرمستقیم

مقایسه روش ها

سطوح انتقال گرما

دیگرهای بخار چندتایی

سوخت های دیگر

کاهش تقاضای بخار

کاهش زیراب دیگر بخار

بازیافت گرمای زیراب

محزن آبی

کاهش فشار بخار

بهینه سازی عملیات توربین

بخش (۲) صنایع

فصل ۳۲

صنعت کاغذ

پروپیل صنعت

تولید الیاف دست اول

عملیات محوطه چوب

خمیر groundwood

خمیر thermochemical

خمیر شیمیایی- فرایند کرافت

خمیر شیمیایی- غیر کرافت

تولید خمیر باز چرخش شده

جوهر زدایی و استفاده از الیاف ثانویه

رنگبری خمیر

آماده سازی موجودی

عملیات ماشین کاغذ

محفظه ماشین کاغذ

انتهای «تر» ماشین کاغذ

بخش پرش ماشین کاغذ

بخش خشک کن ماشین کاغذ

فصل ۳۳

صنعت برق

تبدیل انرژی

چرخه توان

آب: شارژ کار

عوامل مؤثر روی تصفیه شیمیایی

شیمی آب در واحدهای سوخت فسیلی- از منابع

مشکلات فاز بخار

شیمی آب در واحدهای هسته ای

واپایش زیر آب

آب خنک کن چگالنده

سامانه های جابه جایی خاکستر

سولفور زدایی گاز سوخت

فاضلاب و تخلیه

فصل ۳۴

صنایع شیمیایی

خنک کنندگی فرایند، یک کاربر عمده آب

صفحه های جریان فرایند

تأثیرات زیست محیطی

فصل ۳۵

صنایع نفت

فناوری آب میدان نفتی

نظریه تشکیل نفت

منبع حاوی نفت

تولید نفت

طبیعت آب‌های منطقه نفتی

رسوبات معدنی

واپایش باکتریایی

بالایش

عملیات فرایند

سامانه‌های سرویس‌های جانبی

سامانه‌های آب‌خنک‌کن

سامانه‌های تصفیه فاضلاب

فصل ۳۶

صنعت آلومینیم

معدن کانی

فراوری بوکسیت

کاربردهای بیاد آب

کاهش آلومینیم

ضرورت تزریق مکرر

گازهای خروجی

ساخت فلز

فصل ۳۷

صنعت فولاد

عملیات کوره بلند

تصفیه گاز خروجی

تولید فولاد

فرایند بر پایه اکسیژن

فرایند کوره قوس الکتریکی

فرایند آتش‌دان-بار

فرایندهای کاهش مستقیم

ریخته‌گری پیوسته

عملیات نورد کارخانه داغ

واحدهای نورد سرد

سامانه بازچرخشی

سامانه یکبار گذر

عملیات حرارتی

تفجوشی

اسیدشویی

واحد سرباره

سرویس های جانبی

فصل ۳۸

زغال سنگ و سوخت های مصنوعی صنعت

واحد کک

اجاق های بازیافتی

اجاق های غیر بازیافتی

بازیافت محصولات فرعی

سرویس های جانبی مورد نیاز

تصفیه ضایعات

تولید کننده گاز و سوخت های مصنوعی

گاز سازی زغال

مایع سازی زغال

نفت شیل

شن یا شن های نفت

فصل ۳۹

صنایع بنیادین و تجاری

سامانه های گرمایشی

دیگ های بخار

سامانه های آب داغ

سامانه های تولید همزمان برق و بخار

بازده سامانه گرمایشی

سامانه های تهویه هوای مطبوع

واحد های تراکم بخار

واحد های جذب بخار

مشخصات طراحی و عملیات سردساز منحصربه فرد

بهسازی سامانه سرمایشی

بازده سامانه خنک کن

سامانه های ذخیره انرژی گرمایی

فصل ۴۰

صنعت غذا و نوشیدنی

مرور مقررات

فراوری میوه و سبزی

مرور کلی فرایند

فراوری گرمایی

اهداف تصفیه آب

پیشگیری و واپایش آلودگی

گوشت و ماکیان

نیازهای به آب

صنعت نوشیدنی

صنعت شکر

صنعت غلات، فراوری روغن و سوخت‌های زیستی

خرد کردن ذرت «تر»

فراوری گندم

فراوری روغن

سوخت‌های زیستی

واپایش کف

فصل ۴۱

سامانه‌های شهر

گندزدایی

محصولات فرعی - ررنی

فلوئورزی

تاریخچه مقررات آمریکا

کریستواسپوردیم و زیاردیا

مشخصات آب خام

خوردگی و رسوب

نمونه طرح‌های تصفیه

مطالعه موردی - دریاچه بلوف، ایلینویز

صافش غشایی در سامانه‌های آب آشامیدنی

تولید لجن

تصفیه فاضلاب شهری

چشم‌انداز

روش‌های تصفیه فاضلاب

استفاده مجلد آب

راکتورهای زیستی غشایی

تصفیه دورریز مواد جامد

آبگیری

کتاب‌شناسی

واژه‌نامه